سلسلة من كل علم خبر

٦

التقنية تقوم بأولى تحدياتها الكبيرة



- المطحنة المائية و المطحنة الهوائية
- البارود
- الطباعة من عهد غوتمبرج إلى ... غد

منشورات مكتبة سمير
شارع غورو - بيروت
تلفون ٨٥-٢٢٦٠٨٥-٢٣٨١٨١

Les Grandes Inventions
F. Loy
Librairie Hachette

طواحين «مون مارتر» الشهيرة سنة ١٨٤٥ .



المطحنة المائيّة والمطحنة الهوائيّة

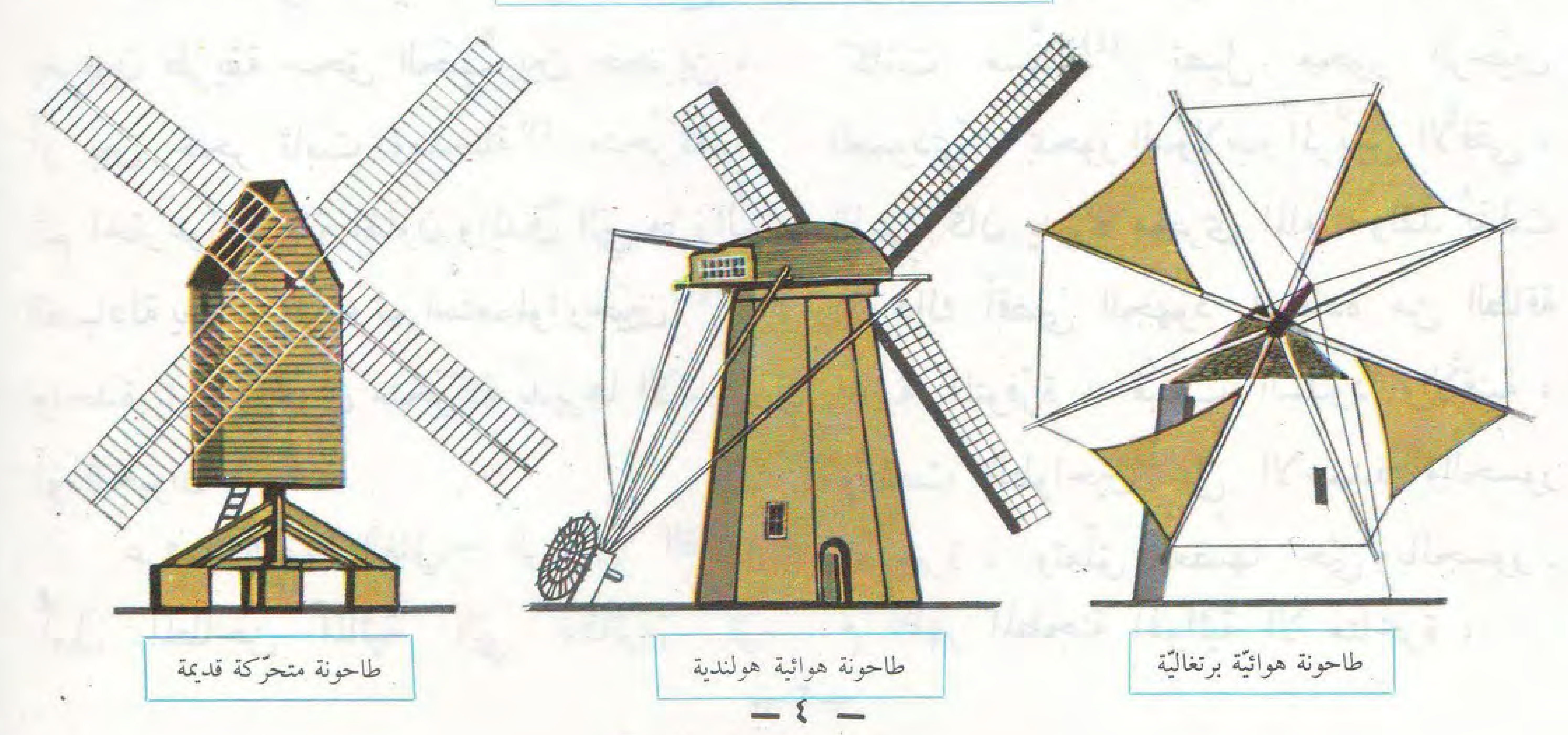
كان الناس ، في ما قبلَ التاريخ ، يَعرفون طريقة سحقِ الحَبِّ بين حجرين ، أو بين حجر ثابت ومِدحلة[١] متحرِّكة ؛ ثم اخترعوا طريقة الهاوُن والمِدَقَّ التي ما زال الصيادلة يعتمدونها ؛ ثم استعملوا رحَيَين[٢] : واحدة ثابتة وأخرى متحرّكة يُديرها الانسان أو الحيوان .

عرف العهد الغالي- الروماني القديم أُولى المطاحن المائيّة التي تكاثرت في الحِقَبة[٣] الاولى من القرون الوسطى : كانت مسنَّنة[٤] تصِل محور الرحيَين العموديّ ، بمحور الدولاب المريَّش الأفقي ، الذي كان يديره مجرى الماء . ولقد بُذلت اذ ذاك أقصى الجهود للافادة من الطاقة المائية المتوفرّة ؛ فبُنِيت السدودُ والأقنية ، ورُفعت الطواحين على الاعمدة والجسور الصغيرة ، وتعلّق بعضُها حتى بالجسور . لم تظهر المطحنة الهوائيّة الاّ متأخرة ،

وقد أُشير الى وجودها في بلاد فارس ، حوالي سنة ١٠٠٠ ، فاعتمدها العرب . ويُعتَقد ان الصليبيّين حملوا فكرتها الى اوربا في القرن الثاني عشر . كان استعمالُها يطرح مشكلةً اعقد من مشكلة المطحنة المائيّة . والواقع ان الطاقة المائية ، إن افتقرت الى الاستقرار في كمِّيتها ، لم تفتقر الى الاستقرار في اتجاهها . وليس الأمر كذلك بالنسبة الى الريح التي لا يمكن الافادةُ منها ، مالم تُوجَّه الأجنحة الوجهةَ الملائمة . كان لهذه المشكلة حلاّن : فإمّا أَن تُدار المطحنة كلُّها على محور ، فتُبنى بكاملها من خشب ، وإمّا ألاّ يُدارَ منها إلاّ السقف والأجنحة المركَّزة في أعلى البناء الحجريّ .

لم يتوقف عمل طاحون الهواء عند حدّ طحن الحبوب ، بل تعدّاه الى اعمال أخرى كاستخراج زيت الجوز ، وعَرْك عجين الورق ، وسحق[٦] أتربة التلوين ، وقَشْر الارزّ والفلفل ، ونَشر الخشب . وفي هولندا ، عملت طواحين الهواء سحابة اربعة قرون ، على تجفيف الاراضي المنخفِضة ، وذلك بغرف المياه بواسطة دواليب مزوّدة بأجران ؛ ولا تزال هذه الطواحين تُستعمل هناك حتى اليوم ، لتصريف زائد مياه الامطار نحو البحر . الاّ ان هذه الطواحين الهوائية لم تعد تدور لطحن الحبوب ، فقد حلّت محلّها في هذا المجال مطاحنُ كهربائية حديثة . لم يبقَ من تلك السُلالة العريقة[٧] في ايّامنا ، الاّ نماذجُ قليلة منتشرة هنا وهناك في الارياف ، تعمل على

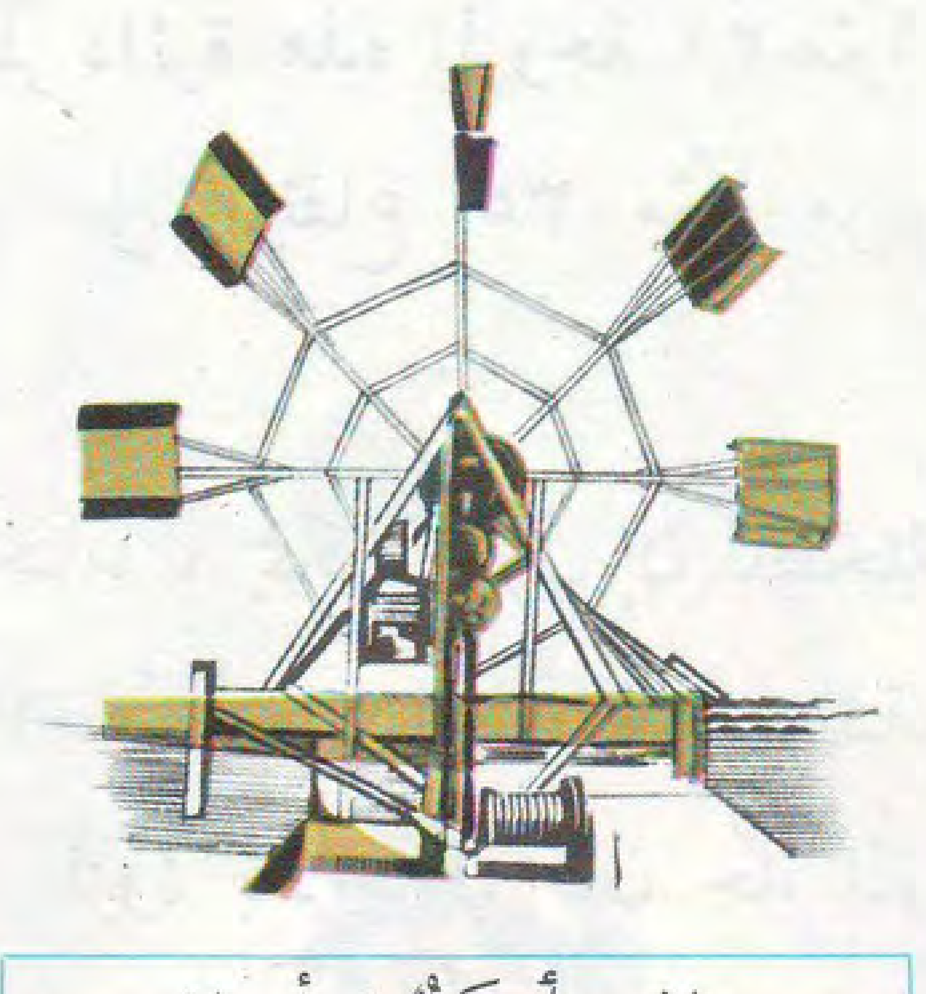
ثلاثة نماذج من الطواحين الهوائيّة



طاحونة هوائيّة برتغاليّة

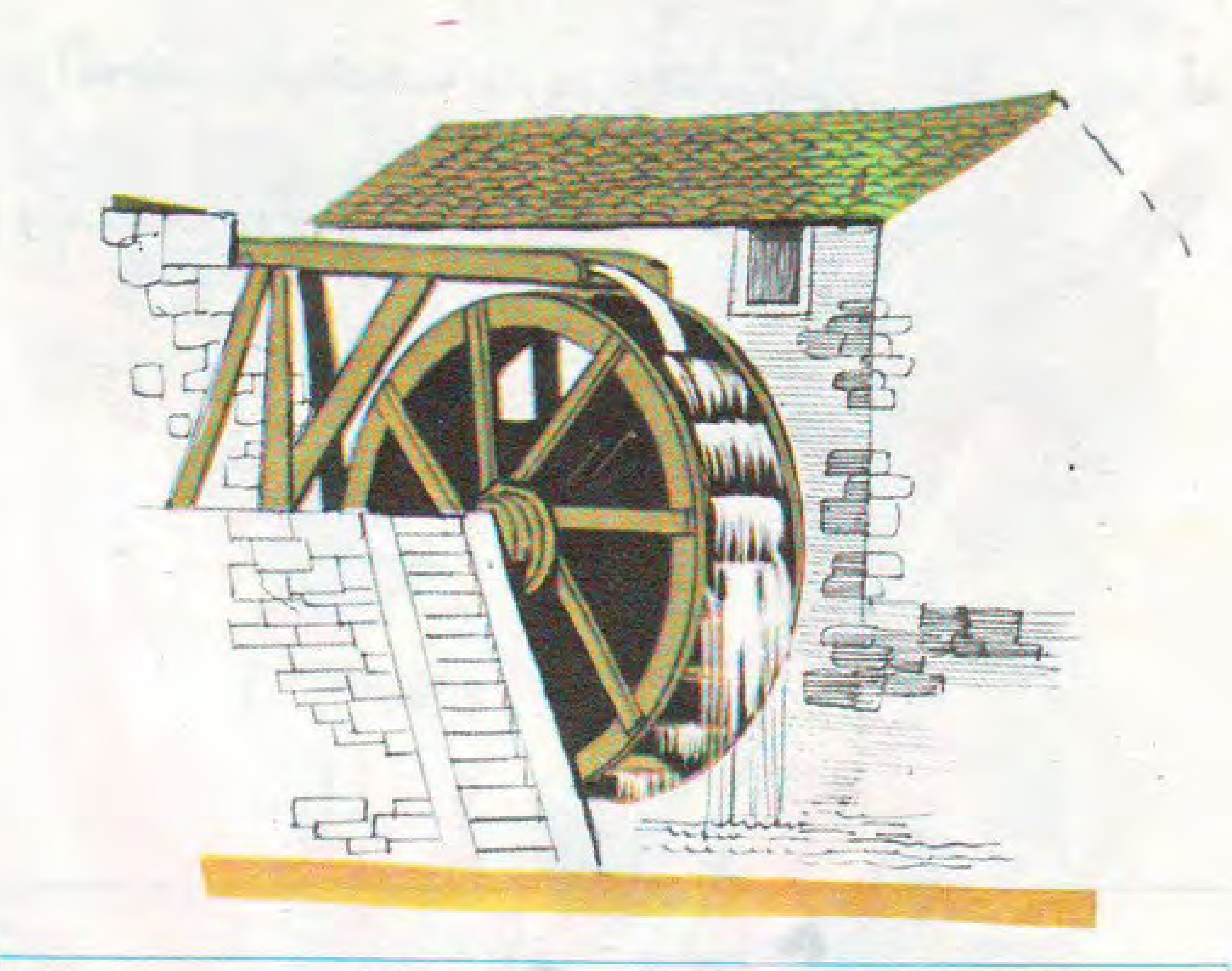
طاحونة هوائية هولندية

طاحونة متحرّكة قديمة

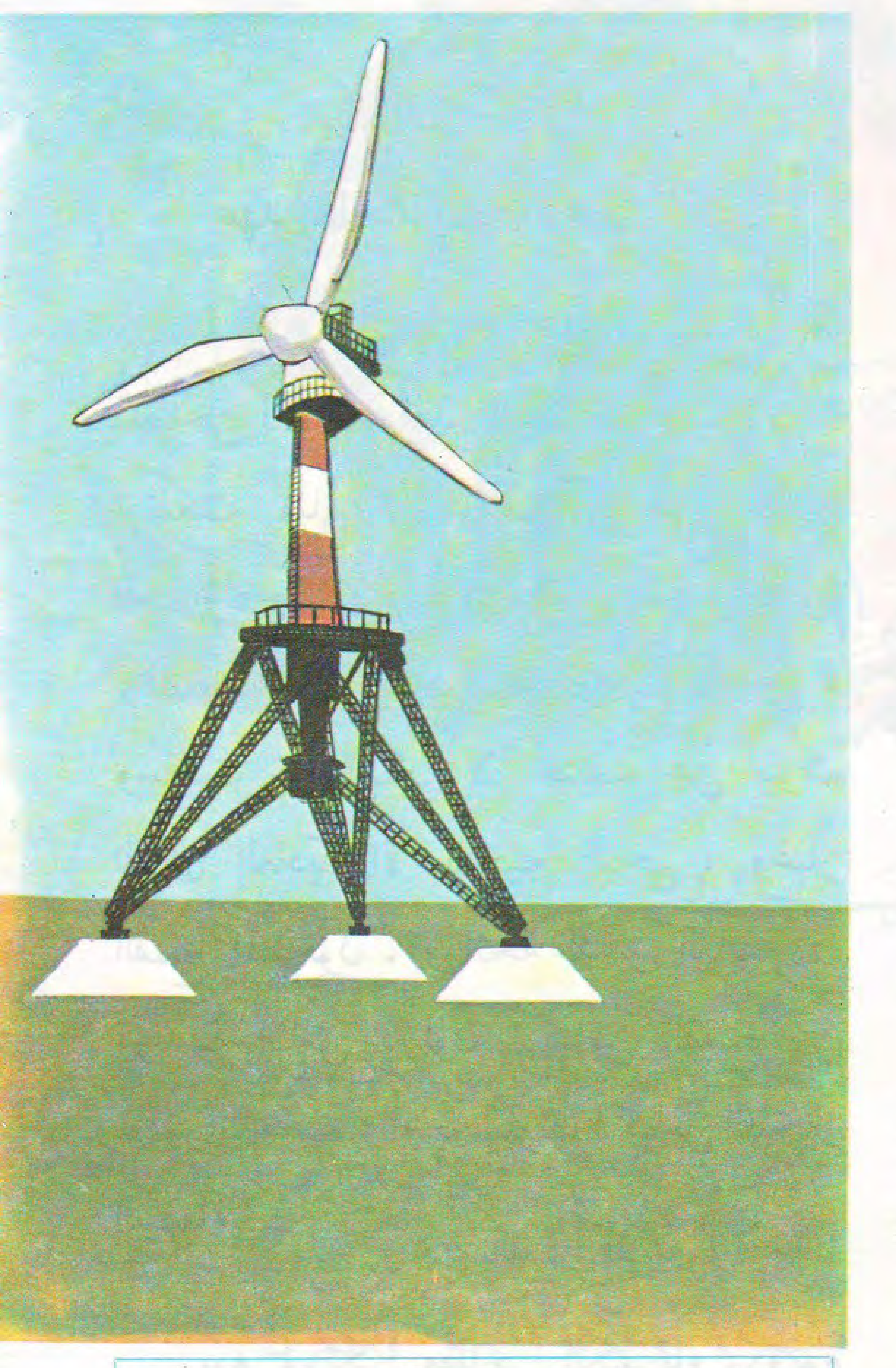


دولاب أميركيٌّ ذو أجران

طاحونة مائيّة – دولاب مائيّ



طاحونة مائيّة يبدو جهازها المائي وكأنهُ صورة مسبَقة لتربيناتنا الحديثة. –



المحرّك الهوائيّ الاختباريّ الكبير، يدير مولّدة كهربائيّة.

ضخّ كمّيات قليلة من مياه الآبار، او تتصّل بمولّدات كهربائية صغيرة تشحن المراكم(٨) بالكهرباء.

الواقع انّنا لم نتمكّن حتى الآن من استثمار قوّة الريح النزِقة(٩) استثمارًا رابحًا. ويظهر ان الامر من الصعوبة بمكان؛ حتى ان مصلحة الكهرباء الفرنسيّة بنَت في «نوغان لوروا»، في منطقة «اور ولوار»، محرّكا هوائيًا ضخمًا لدراسة هذا الموضوع دراسة عمليّة. ولقد زُوِّد المحرّك بمروحة ثلاثيّة الأذرع، يبلغ وزن الذراع الواحدة منها نصف طنّ، مع العلم بانّ المزيج المعدنيّ الذي صُنِعَت منه خفيف نسبيًّا.

يبلغ قُطرُ دائرة هذه المروحة ٣٠ مترًا ، وقد نُصِبت على ارتفاع ٣٥ مترًا من سطح الارض .

وختامًا ، يمكن القول إن المطحنة المائيّة كانت أخصَبَ من المطحنة الهوائية ، لأنَّ دولابَها المزوَّد بالاجران كان جَدَّ التُربينات الجبّارة التي تسمح بتحويل الطاقة[١٠] المائية الى طاقة كهربائية .

عهد مطحنة الماء والرغيف الطيّب .

لم يعرف لبنانُ المطاحنَ الهوائيّة ... أمّا المطاحن المائيّة ، فقد شاعت فيه وانتشرت . ارتفعت مبانيها المتواضعة ، على مجاري الجداول والانهار ، وفي ظلّ اشجار الجوز والصفصاف . أبنيةٌ بسيطة رفِعت بالحجر ، وسُقِفت بالتراب . لا تختلف عن بيوت القرى العاديّة الاّ بعجيج الرحى ، وغبار القمح المطحون ، ورائحة الدقيق العابقة ... وزحمة الناس ينزّلون أكياسَ القمح عن ظهور الدوابّ ، أو يحمّلونها أكياس الطحِين البيضاء ...

يومَ لم تكنْ مطاحنُ الكهرباء ، ويومَ لم تكن الأفرانُ تبيع الخبز ، كان الناس يتموّنون القمح ، ويطحنون ويعجنون ويخبزون . وكان الخبزُ حقاً طيّباً : تشمّ رائحة الرغيف ... فتشتهي أن تمزّقه وتمضغه ! ...

التفسير

١ – مِدحَلة : مِحدَلة .
٢ – رحى : حجَر الطحن
٣ – الحقبة : المدَّة
٤ – مسنّنة : دولاب مسنَّن
٥ – المريَّش : المزوّد بريشات او شفرات .
٦ – سَحَقَ : طحَن
٧ – العريقة : القديمة الاصيلة
٨ – المَراكم : جمع المركم جهاز يخزن الطاقة الكهربائيّة
٩ – النزِقة : المتقلّبة .
١٠ – الطاقة : القوّة .

الاسئلة

١ – كيف كان الاقدمون يسحقون الحبّ ؟
٢ – الى أي عهد تعود المطحنة المائيّة ؟
٣ – كيف كانت تعمل المطحنة المائيّة ؟
٤ – كيف انتقلت المطحنة الهوائيّة الى الغرب ؟
٥ – ما هي المشكلة التي تواجه المطحنة الهوائيّة ؟ كيف يُمكن حلّها ؟
٦ – ماهي الخدمات التي امّنتها مطحنة الهواء ؟
٧ – هل استطاع الانسان ان يستثمر قوّة الريح ؟ لماذا ؟
٨ – باي اختراع كبير اوحت المطحنة المائيّة ؟



البـــارود

اعتُبر البارود اختراعَ تهلكة[1] ، وقلّما اعتُبر اختراع سلام . والواقع أنّه قد أكسب الحروب مزيدًا من الضراوة والفتك . اعتبره « أريوست » « اختراعًا حقيرًا مقيتاً . » ، وأَسِفَ « شكسبير » « لكون هذا النَطرون الخسيس قد ابتُزّ[2] من احشاء أرضنا ... » .

ولكن ، بوسع البارود وسائر المتفجّرات القويّة الحديثة أن تلعب دورًا سلميًّا في أشغال البشر ، وخدمة الخير والعمران .

اذا صَحَّ أنَّ الصينيّين قد عرفوا

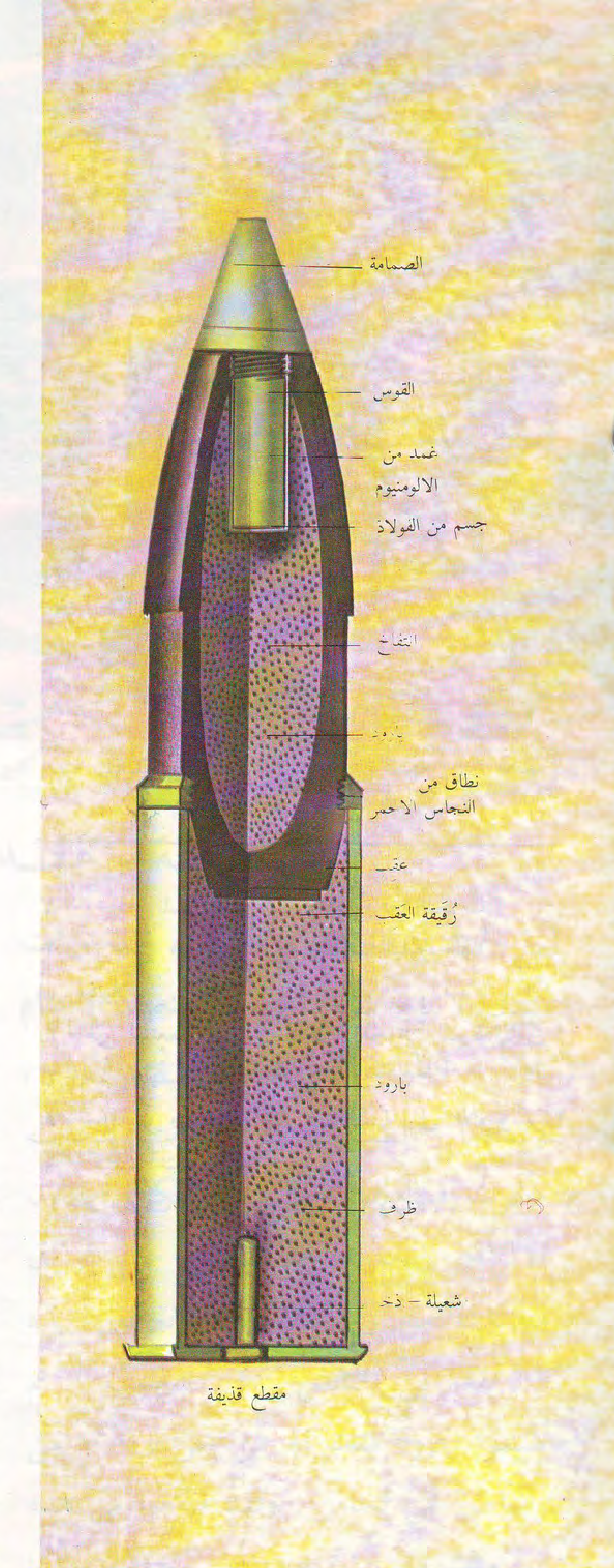
إطلاق الأسهم الناريّة في الأزمنة القديمة ، فقد استطاعوا ، من غير شك ، أن يصنعوا مزيجًا قادرًا على إطلاقها باضطرامه[٣] : فكان البارود . نحن لا نعرف متى ولا كيف توصّلوا الى صنع المادة المتفجّرة ، للمرّة الأولى ، الاّ أنّهم كانوا قبل سُلالة « سونغ » ، عام ١٠٠٠ على ما يبدو ، يستعملون البارود في ساحات القتال ، وكان هذا البارود يُخيف اكثرَ ممّا كان يؤذي . ويُعتَقد أنَّ استعماله كسلاح هجومي يرقى[٤] الى معركة « تساي – شيح » سنة ١١٧١ .

كان « البارود الاسود » الذي ما يزال مستعمَلا حتى ايامنا ، وهو مزيجٌ حميم من نَطرون وكبريت وفحم خشب ، كان معروفًا في الغرب ، منذ العصور الوسطى حيث استُعمِل لإطلاق الاسهم الحربيّة . ولقد دُعِي « بارود المدفع » ، ابتداءً من القرن الرابع عشر حيث استُخدم ، نظرًا لقوة انفجاره ، ليُطلق الى البعيد ، قذائفَ اتَّخذت اولاً شكل الكرات الحجريّة .

غالبًا ما نَسب الاوربيّون اكتشاف البارود الى راهب ألماني هو « برتولد شوارز » (أي برتولد الأسود ...) ابن « فريبورغ » بالنسبة الى البعض ، وابن « كولون » بالنسبة الى البعض الآخر . وقد اعتمد المؤرِّخون في تحرِّياتهم[٥] « كتاب الالعاب النارية » القديم القائل بان الماجستر « برتولد » اكتشف صُدفةً ، خلال القرن الرابع عشر ، مفعول مزيجٍ من الأجسام كان قد وضعها في قِدره النحاسيّة ، ثم غطّاها بغطاء ثقيل ، ووضعها على النار : فقد انفجر الوعاء وتتطاير شظايا . امّا الراهب فقد كان يسعى بهذه الطريقة الى « تدكين صباغ ذهبيّ » ، الامر الذي كان يفرض استعمال الملح والكبريت والرصاص والزيت . ولقد استبدل الراهب بالفحم في ما بعد ، على ما يقول الكتاب المذكور ، الزيت والرصاص ، وحاول « ان يكتشف ما اذا كان يستطيع ، بتلك الطريقة ان يقذف حجرًا بعنف الى مسافة ما . »

ولكن ، أصحيح أنَّ « برتولد شوارز » هذا قد وُجد وعاش ؟ ...

... مهما يكن من أمر ، فان بارود المِدفع كان قد ذُكر في عصر سابق ، وإن الراهب الفرنسيسكاني الانكليزي الشهير « روجرز بيكون » كان قد أعطى عام ١٢٤٢ ، وصفةَ بارود ، تدلّ النتائج التي يَصفُها على



مقطع قذيفة

انه كان البارودَ الاسود عينه : « بوسعنا ان نُحدث في الهواء قصفًا[٦] وبرقًا اشدَّ هولاً ممّا تُحدثه الطبيعة ، لانّ مقدارًا ضئيلاً يتعدّى حجم الأبهام ، اذا ما هُيِّيء بعناية ، يُحدث ضجيجًا والتماعًا مُذهلَين . »

ولقد أُضيفت الى بارود المدفع التقليديّ ، في ايامنا ، مُستحضراتٌ أخرى متنوّعة ، منها البارود العديم الدخان ، والبارود باء ، الذي يُمكن استعماله لرَمي القذائف بواسطة الاسلحة الناريّة ، او لدفع الاجهزة .

عمل المقالع ... والبارود .

قديماً ، يومَ فكّر الانسانُ باستخدام الحجر ، لأقامة القصور ورفعِ الهيا كل ومدّ الطرقات ، لم يكن له من العدّة ، في اقتلاعها من أحشاء الأرض ، الاّ صدقُ عزيمته وقوّةُ ساعده . إستعان بالمُخل أو الرافِعة ، للتغلّب على صلابتِها وتماسكها ، فضاعف بذلك قوّة ساعديه . كما استعان بألواح الخشب ، ليوسّع شقوقَ الصخر ، ويفصل بعضَه عن بعض . كان يدسُّ اللوح في الشقّ ، ويسقيه بالماء مرّةً بعد مرّة ، حتّى اذا إنتفش الخشب وتمدّد ، ضغطَ بقوّة على الجانبين ، موسِّعاً شقوق الصخور ، مفكّكاً أوصالها . كانت

هذه الاعمال صعبة شاقّة ، ولقد كلّفت العمال والعبيد كثيراً من العناء والمشقّة .

بعد اختراع البارود ، هان العمل كثيراً في المقالع . كان العمّال يدقّون الصخر بقضبان من الفولاذ طويلةٍ مسنّنةِ الرؤوس ، وينقرون فيه نُقَراً ضيّقة ، متى بلغت من العمق حدّاً كافياً ، شحنوها بشحنات البارود ، ومدّوا الفتائل الى مسافات يتعدَّون فيها مجالات الخطر . ثم يُشعلون رأس الفتيل ، فيأخذ لسان النار بالزحف على الارض ، لا يعوق تقدُّمه الجهنّميَّ غيرُ الماء والرطوبة . وما تبلغ النارُ الألغامَ ، حتّى ينفجرَ البارود مدوّياً . فتتطاير الحجارة في غيمة من الدخان الكثيف ، وتنفلق الصخورُ وتتشقَّق ، فاذا هي قطعٌ مختلفة الاحجام ، سهلةُ الفَصْل والتقطيع .

التفسير

١ – تهلكه : هلاك ، موت .
٢ – إبتُزّ : سُحِب ، استُخرِج
٣ – بأضطرامه : باشتعاله .
٤ – يَرقى : يصعد ، يعود
٥ – تحرِّيات : أبحاث
٦ – قصْف : رَعد ، دويّ .

الاسئلة .

١ – أَخادماً للسلم يُعتَبر البارود ام خادماً للحرب ؟
٢ – مَن من شعوب الارض عرف البارود اوّلاً ؟ أعطِ دليلاً .
٣ – متى استُعمل البارود كسلاح هجوميّ للمرّة الاولى ؟
٤ – مِمَّ يتركب البارود الاسود ؟
٥ – منْ هو مكتشف البارود بالنسبة الى الاوروبيّين ؟
٦ – كيف اهتدى اليه ؟
٧ – مَن عرف البارود عند الانكليز ؟ ومتى ؟



مطبعة من عهد « غوتمبرغ » ، لم يكن للوقت فيها كبير حساب .

الطباعة من عهد غوتمبرغ إلى ... غد

منذ أن اختُرِعت الكتابة ، والمحاولات تُبذل لانتاج نُسخٍ عنها . صُنعت **الأختام** اولاً ، للطباعة في الشمع او في الخزف . واستعمل الصينيّون ألواحًا من الخشب حُفِرت فيها الكتابة النافرة ، فكانوا يطلون الالواح بالحبر ، ويضغطونها على اوراق مصنوعة من ورق الأرُزّ ، مخترعين بهذه الطريقة فنَّ **النقش** على الخشب . ثم صنعوا **حروفًا متحرِّكة** من خزف ، ثم من رصاص فمن نحاس . ولقد صنعوا من هذه الحروف ما يقارب المئتين وخمسين ألفًا لطباعة الموسوعة[1] الكبيرة « لانغ هي » !

وفي الغرب ، بدأوا كذلك بحفر اللوحات التي كانت تُستخدم لطباعة الرسوم والنصوص في آن معًا . ثم جاء « جان غوتمبرغ » المولود في « مايانس » بين عامي ١٣٩٤ و١٣٩٩ ، والمتوفَّى في المدينة عينها عام ١٤٦٨ ، ليلعب دوره في تطوير الطباعة . وإن لم يكن « غوتمبرغ » مخترعَ الحروف المتحرِّكة ، فهو من غير شك اوّلُ مَن استعملها في اوربا ، وهو الذي يُعتبر مبتدعَ الطباعة . حفر حروفه اولاً في الخشب ،





صورة طوقان كاملة ، ومفصّلة الألوان .

ولكن الخشب كان ينكسر وينسحق ، ولذا لجأ الى الحروف المنفصلة المصنوعة من معدن خاص ، مزَجَ فيه الرصاص والأثمد والقصدير. لم ينجح « غوتمبرغ » بضبط عمليّة السَبْك[٢] فحَسبُ ، بل وضع تصميم « مِكبَس الطباعة » مستلهمًا شكله من مِكبَس الكرّامين الرينيّين ذي اللولب[٣] . واوّل كتاب قام بطبعه كان التوراة اللاتينيّة ذات العمودين ، والمعروفة « بذات الاسطر الاثنين والاربعين » ، وقد تمتّ طباعتها عام ١٤٥٥ ، في مدينة سترازبورغ حيث كان غوتمبرغ قد استقرّ منذ عشرين سنة .

بولادة فنّ الطباعة هذا بدأ بالنسبة للبشر عهدٌ جديد ، هو عصر سيطرة النص المطبوع . وما أعظم التقدّم الذي أحرزه[٤] هذا الفن ، بانتقاله من المكبس اليدويّ

Prologus

quapie epistola sancti iheronimi ad
paulinum presbiterum de omnibus
diuine historie libris capitulu primu.

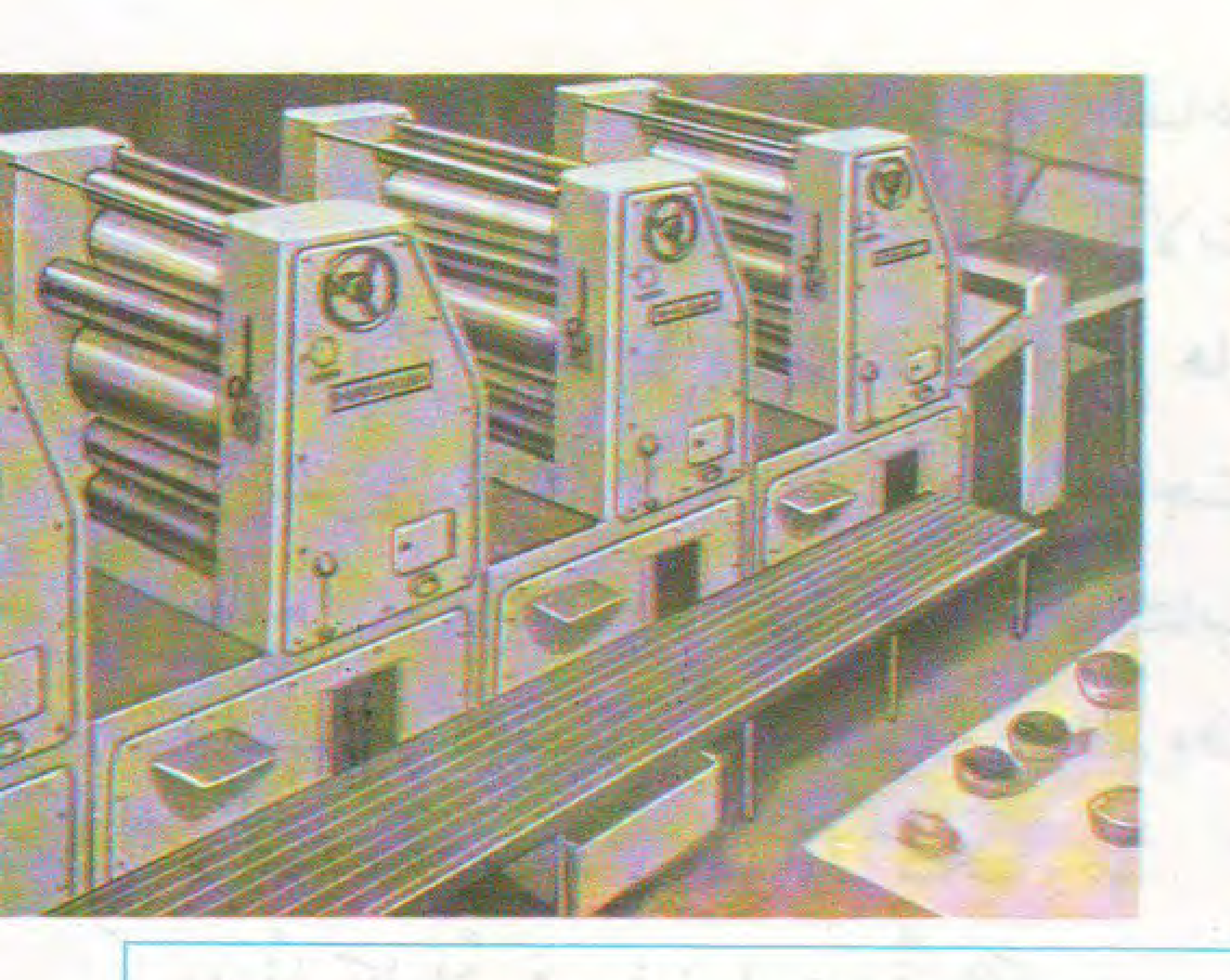
Frater ambrosius
tua michi munu
cula perferens detu
lit et suauissimas
lras: q a principio
amicicias fide pro
bate iam fidei et veteris amicicie noua
preferebant. Vera enim illa necessitudo e
et xpi glutino copulata: quam non vti
litas rei familiaris no presentia tantum
corporu no subdola et palpans adulacio:
sed dei timor et diuinaru scripturaru studia
conciliant. Legimus in veteribus
historiis quosdam lustrasse prouincias

Biblie

ingressus ad terra urbem quer
Appollonius siue ille magus ut vulgus
loquitur: siue phus ut pitagorici
tradunt: intrauit persas: ptransiuit caucasu
albanos scithas massagetas: opu
lentissima indie regna penetrauit: et
ad extremum latissimo phison amne
transmisso puenit ad bragmanas: ut
hyarcam in throno sedente aureo
et de tantali fonte potantem inter pau
cos discipulos de natura de moribus ac
de cursu dierum et siderum audiret docentem.
Inde p elamitas babilonios chald
eos medos assirios parthos syros
phenices arabes palestinos: reuersus
ad alexandria: perrexit ad ethiop
iam: ut gignosophistas et famosissima

صفحة من توراة غوتمبرغ الأولى ، وقد طبعت عام ١٤٥٣





مطبعة دائرة خاصة بالطباعة المقعّرة الحروف. تطبع باربعة الوان . انها سريعة العمل تطبع على الوجه وعلى القفا ، وتجفّف الحبر وتطوي الورق ملازم .

مطبعة أوفست تطبع باربعة ألوان . تثبت اللوحة التي تحمل الصورة الطابعة حول اسطوانة ، تُرطَّب هذه اللوحة وتطلى بالمداد ، فتنقل حبرها الى اسطوانة اخرى من المطاط تحمل بدورها الطباعة على الورق .

البطيء ، الى المطابع الدوّارة الضخمة الحديثة (rotatives) .

تعدّدت طرق الطباعة ، فبالإضافة الى فن الطباعة بالحروف النافرة (typographie) ، عُرفت اساليبُ الطباعة بالحروف المقعّرة(٥) (taille-douce) والطبع الضوئي (Heliogravure) ، واساليب الطبع الحجريّ (Lithographie) ، والأوفست (Offset) ، والطباعة التصويريّة حيث لا تقعيرَ في الحروف ولا نفور. هذا وقد تحسّنت اصناف الورق والحبر ؛ كما عُرفت طباعةُ الالوان ثلاثيّةً ورباعيّة ؛ وطُوِّرت طرقٌ خاصة لطباعة الاعلانات ، والبطاقات ، واكياس الورق ، والبطاقات البريديّة ، والخرائط الجغرافية والاعمال الموسيقيّة ، والورق الملوّن ، وطباعة الزخارف على الخزف وعلى الزجاج ...

وكما طُبع على الورق ، طُبع على الانسجة ، وعلى المعدن وعلى المواد البلاستيكيّة . واخيرًا ، انتقلت الطباعة من الصف اليدويّ الى الصف الآلي الذي تُزوَّد آلاتُه ، بمجموعة من الملامس شبيهةٍ بمجموعة الآلة الكاتبة ، تسبك الأحرفَ بنفسها ، إمّا سطورًا من قطعة واحدة ، «لينوتيب» (Linotype) ، وامّا احرفًا منفصلة «مونوتيب» (Monotype) ، فيما راحت اجهزة لوميتيب (Lumitype) ترصف النص بطريقة فوتوغرافيّة .

ولقد انفتحت مؤخرًا امام الطباعة آفاقٌ جديدة ثوريّة ، باعتماد الآلات الالكترونيّة . وهنا لا بدّ من ذكر تاريخ هام هو تشرين الثاني ١٩٦٧ ، حيث اخرجت مطابع «هاشيت» ، في مجموعة «كتاب الجيب» كتابَ «جول فرن» المعروف «نجمة الجنوب» ، وهو اوّل كتاب رصف[٦] رصفًا كاملاً في فرنسا دماغٌ الكتروني ...

صعوبة صفّ النصوص العربيّة

إنّ صفّ الحروف باليد أمرٌ دقيق يتطلّب الكثير من العناية والوقت . وهو ، في النصوص العربيّة ، أدقّ وأصعب منه في أيِّ نص غيرِ عربيّ

يعود ذلك الى سببَين رئيسيَن : الأوّل تعدُّدُ أشكال الحرف العربيّ الواحد ، بين أنْ يكون منفصلاً او متّصلاً ، وبين أن يكون في اوّل الكلمة ، او في وسَطها ، او في آخرها ؛ حتّى ليأتي الحرف الواحد على أربعة أشكال . والسبب الثاني يعود الى التشكيل الصوتيّ والأعرابيّ الذي تتعدّد صوَره وتختلفُ مواقعُه من الحروف .

ذلك أنّ لكلِّ شكل من أشكال الحروف ، ولكلِّ حركة من حركات الصوت والاعراب جسماً خاصّاً مستقلاً ، يتطلّب ، في صفّه وفي فكِّه ، حركةً خاصّة مستقلّة . فما يصحّ في صفّ النصوص المشكَّلة ، يصحّ كذلك في فكّها ، وفرط أجسامها وأشكالها ، وإعادة كلٍّ منها الى خانته .

مثلُ هذا الوضع يجعل استعمال آلات الصفّ السريعة والآليّة أمراً معقّداً متعدِّداً ، تُفَضَّل عليه طريقةُ الصفّ اليدويّ التقليديّة .

التفسير

١ – الموسوعة : قاموس يتضمن مجمل المعارف حتى زمن ما .
٢ – السَبْك : من سبَك المعدِن : أذابهُ وصبّه في قالب .
٣ – اللَولب : اداة بشكل مسمار برزت منه دوائر حلزونيّة (برغي)
٤ – أحرز : حقّق
٥ – الحروف المقعّرة : الحروف المحفورة في لوحة .
٦ – رَصَف الحروف : صفّها ، رتّبها . .

الاسئلة

١ – من عرف الطباعة اوّلاً ؟
٢ – كيف تطورت ؟
٣ – هل صحيح ان غوتمبرغ مخترعها ؟ ما فضله فيها ؟
٤ – ما هو اوّل كتاب طُبع ؟ ومتى ؟
٥ – اذكر بعض اساليب الطباعة الحديثة ؟
٦ – ما هو آخر تطور بلغته الطباعة ؟

وِلادةُ حَضارَة

١ - من الحجر المقطوع إلى مكنات الصناعة ذات الذاكرة • السّيطرة على النار • ولادة الكتابة
٢ - الزجاج مادّة شفّافة • الدّولاب جهاز نقل • طيّارة الورق، أكثر من لعبة بسيطة
٣ - آلات قياس الوقت • الورق، مطية الفكر • الطرقات، سُبل اتصال بين الشعوب
٤ - السيطرة على المعادن • المرآة: من دنيا التبرّج الى دنيا العلم • رهط ذاتيات التحرّك
٥ - من النظارتين الى المنظار الى المقراب • السهم الناري يصبح آلة تحرّرنا من الأرض • الصابون والمنظفات المنافسة

التَقنيّة تقوم بأولى تحدّياتها الكبيرة

٦ - المطحنة المائية والمطحنة الهوائية • البارود • الطباعة من عهد غوتمبرغ إلى ... غد
٧ - الأسلحة النارية عدّة هلاك • البوصلة • طوق الكتفين، في طقم الفرس، خلاص للمرهقين
٨ - «دولاب بسكال» جدّ الآلات الحاسبة الالكترونية • من المظلة إلى الدبّابة • آلات إحداث الفراغ
٩ - التحرك على وسادة من هواء • المجهر في سيطرته على المتناهي الصغر • ميزان الضغط.

منَ الحِرف اليَدويّة الى الصِّناعَة

١٠ - الآلة البخاريّة • من المراكب البخارية الأولى الى السفن الحديثة • من «السلحفاة» الى «الصاعقة»
١١ - المروحة وانطلاق الملاحة ... • من عربة «كونيو» البخارية إلى سيّاراتنا • غاز الإنارة ...
١٢ - الآلات الالكتروستاتية • شارل «فرنكلين» • من المنطاد إلى البالونات الفضائية.
١٣ - تلغراف «شاپ» • من النسيج البدائي الى نول الحياكة • الدرّاجة الأولى وذرّيتها.
١٤ - بطارية «ڤولتا» • عيدان الثقاب • السكة الحديدية والقاطرة البخارية.
١٥ - «لينيك» و«الستيتسكوب» • علب المحفوظات التي تعدّ بالمليارات • التربينات في العمل
١٦ - التلغراف الكهربائي يخترعه رسّام ... • آلة الخياطة • عدسة التصوير تنفتح على كل شيء.
١٧ - لوحة الألوان المركبة • المحرك المتفجّر يجهز ملايين السيّارات • التبنيج المخدّر.

العَالَم يُبدِّل معَالِم وَجهِهِ

١٨ - الديناميت للسرّاء والضرّاء • حفر آبار النفط • من الآلة الكاتبة إلى الطابعة الالكترونية
١٩ - صناعة البرد • الدينامو مولّد التيار والمحرك الكهربائي • من السيلولويد الى اللدائن.
٢٠ - الميكروفيلم يضع مكتبة في حقيبة • الكلام المنقول في سلك • الترام والقاطرة الكهربائية
٢١ - سلسلة البرد • أديسن والمصباح الكهربائي • من الفونوغراف الحاكي إلى الالكتروفون
٢٢ - حجرة الهواء وأجهزة المطاط • عصر الحديد في البناء • انبوب أشعة إكس يقهر الكثافة.
٢٣ - من الفنكستسكوب الى السينماسكوب • تسجيل الأصوات والصور • وطواط يخفق بالآمال الرحبة
٢٤ - محرّك ديزل يخرج من قداحة • الاتصالات البعيدة المدى تنتقل على موجات الأثير • البيلينوغراف
٢٥ - زجاج لا يجرح • آلات توليد العواصف • الصور السحرية على الشاشة الصغيرة.

مِنَ الذَّرّة إلى الفَضَاء

٢٦ - كاشفات الجزيئات الدقيقة • المدفعية الذرّية • المجهر الالكتروني عين قادرة على رؤية الفيروسات
٢٧ - الرادار الساحر • من الأنبيق القديم الى ابراج مصافي النفط العالية • المفاعل النووي
٢٨ الترنزيستور والترنزستورات • الأجهزة الفضائية • الأفران التي تتوهج فيها طاقة الشمس

مِنْ الحَجَرِ المَقطُوعِ الأول الذي يتضمّن «بالقوّة» مجمُوعَةَ الأدوَاتِ الضّخمَة التي سَيُقدِم الإنسَان عَلى صُنعِهَا في مُستَقبل التَاريخ، وَمِن الرّموز القَديمَة التي تذكّر بابتِدَاع الكِتَابة ...، الىَ نافِخ الزّجَاج الذي يُوحي بانطِلاقَة الفُنون النّاريّة ...، الىَ المِسَلّة التي تُذكّرنا بظِلّها المَنقول، إنّها كَانَت في القِدَم، أولى أداةٍ لِتَعيين الوَقت ...، الى صَفائح الحِجَارَة المَرصُوفَة التي تتحدّث عَن الطَريق التي انفتَحَت رَحبَةً طويلَة امَام المُبَادلات ... مَراحِلُ مختلِفَةٌ مُتَعَاقِبَةٌ لِحضَارَة رَأت النُور، وَمَضَتْ تَشقّ طَريقهَا نحوَ الأفضَل...

تأليف : ف . لـو
رسـوم : ب . بروبست
ترجمة واعداد : سهيل سماحة